Controladora MSX84

MANUAL DE USUARIO

INGENIERIA DE MICROSISTEMAS PROGRAMADOS S.L.

MSE MICROSYSTEMS ENGINEERING

C/ Alda. Mazarredo Nº 47 - 1º Dpto. 2
48009 BILBAO - BIZKAIA
Tel/Fax: 94 4230651

Email: info@microcontroladores.com
www.microcontroladores.com

INDICE GENERAL

Tema 1: Manual de usuario

1. INTRODUCCIÓN 1-1

2. CARACTERISTICAS GENERALES 1-1

3. LISTADO DE MATERIALES 1-3

4. INSTRUCCIONES DE MONTAJE 1-4

4.1 PASOS A SEGUIR 1-5

5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 1-7

5.1 LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN 1-7
5.2 EL MICROCONTROLADOR 1-9

6. ADAPTACIÓN DE PERIFÉRICOS A LA MSx84 1-10

6.1 SENSORES OPTICOS 1-10
6.2 SENSORES MECANICOS 1-18
6.3 LOS MOTORES 1-22

6.3.1 El Driver L293B 1-22

6.3.1.1 Descripción 1-22
6.3.1.2 Diagrama por bloques 1-23
6.3.1.3 Parámetros eléctricos 1-24
6.3.1.4 Aplicaciones 1-24

6.3.2 Motores DC 1-27
6.3.3 Motores paso a paso PAP 1-30

7. EL ZÓCALO DE ADAPTACIÓN 1-34

8. EMPLEO DESDE μPIC Trainer 1-35

1. INTRODUCCIÓN

La tarjeta de control **MSx84** de ***Microsystems Engineering*** es una tarjeta autónoma de propósito general y bajo coste que, controlada por un PIC 16x84, es capaz de controlar el estado de cinco sensores de entrada y gobernar dos motores DC o uno paso a paso (PAP) de salida, en función del software de aplicación grabado en el microcontrolador.

De entre sus múltiples aplicaciones de carácter didáctico cabe citar las siguientes:

- Adaptación y control de diferentes tipos de sensores de entrada que pueden emplearse en aplicaciones de tipo industrial como son los mecánicos, ópticos, infrarrojos, magnéticos, ultrasónicos, etc. Se puede así experimentar con diferentes técnicas para la detección de flancos de señales de entrada, eliminación del efecto "rebote", medida de anchura de pulsos, cuenta de pulsos de entrada, medida de la frecuencia de los pulsos de entrada, cadencia entre pulsos de entrada, etc.
- Control de motores de corriente continua (DC) mediante accionamiento digital (todo o nada), técnicas de PWM para la regulación de velocidad, control del sentido de giro, realimentación, posicionamiento, etc.
- Control de motores paso a paso (PAP), regulación de velocidad, sentido de giro, posicionamiento, etc.
- Microbótica. Control de una estructura móvil accionada mediante dos motores DC y varios sensores de entrada. Control de trayectorias, posicionamiento, trazado de rutas predefinidas, detección de obstáculos, seguimiento de objetos, bordear objetos, determinar perímetros o áreas, etc.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

De entre las características más notables de la placa **MSx84** de ***Microsystems Engineering*** cabría citar las siguientes:

- Tarjeta autónoma de bajo coste y dimensiones reducidas (80 x 100 mm).
- Alimentación de 15VAC mediante transformador de red o bien mediante baterías de 6, 9 o 12VDC, pudiendo en este último caso utilizarse una batería de 12VDC de plomo recargable.
- Circuitos de rectificación, filtrado y estabilización de alimentación incluidos en la tarjeta.
- Incluye circuito de carga para baterías de 12VDC de plomo ácido.
- Zócalo para microcontrolador PIC 16x84, circuito oscilador y pulsador de RESET incluido en la tarjeta.
- Conectores y circuitos para adaptación de hasta 5 sensores o dispositivos de entrada.
- Driver para el accionamiento de dos motores DC o uno paso a paso (PAP).

- Interruptor ON/OFF y bornas para la conexión tanto de los motores como para la batería externa.

- Mediante un jumper se puede seleccionar la tensión aplicada a los motores. Esta puede ser de +5VDC o bien de +12VDC o la tensión de la batería externa.

- Conjunto de 9 DIP-SWITCH que permiten habilitar o no cada uno de los sensores de entrada así como las salidas a los motores. De esta forma se puede dejar libres aquellas líneas del PIC asociadas a los sensores y motores que no se vayan a utilizar.

- Conector de expansión PIC-BUS compatible con la tarjeta μ**PIC Trainer** de ***Microsystems Engineering***. A través de él se obtienen todas las señales del PIC, pudiéndose de esta forma modificar o añadir nuevos periféricos.

- El PIC insertado sobre la tarjeta MSx84 se puede grabar directamente con el **sistema** μ**PIC Trainer** mediante el cable de adaptación al PIC-BUS incluido.

3. LISTADO DE MATERIALES

Se muestra a continuación la lista de los materiales que componen la tarjeta **MSx84**. Tal y como se explicará más adelante, los valores de algunos componentes se pueden modificar con objeto de poder adaptar la tarjeta a otro tipo de sensores de entrada.

Referencia	***Valor***	***Descripción***
U1-U2	40106	2 Circuitos Trigger adaptadores de nivel.
U3	L293B	Driver para los motores
U4	UA7812	Estabilizador de tensión a 12VDC
U5	UA7805	Estabilizador de tensión a 5VDC
U6	PIC16x84	Microcontrolador PIC
D1	1 A	Puente rectificador de 1 A
D2-D5	1N4004	4 Diodos de silicio
D6	3mm	Diodo led rojo
R1-R5	47K	5 Resistencias de ¼ W
R6-R10	220	5 Resistencias de ¼ W
R11	10K	1 Resistencia de ¼ W
R12	220	1 Resistencia de ¼ W
C1-C2	100μF/25V	2 Condensadores electrolíticos
C3-C6 y C9-C10	100nF	6 Condensadores cerámicos de desacoplo
C7-C8	27pF	2 Condensadores cerámicos
Y1	4MHz	Cristal de cuarzo
JP1	Varios	Jumper de dos posiciones y caperuza.
J0-J4	Varios	5 Conectores MOLEX macho, codo de 4 vías y paso 2,54mm
J5-J7	Varios	3 Bornas de dos contactos paso 5mm
J8	Varios	Base de alimentación
J9	Varios	Conector macho, recto de 2x13 vías paso 2,54 mm
SW1	Varios	DIP-SWITCH de 9 contactos
SW2	Varios	Pulsador
SW3	Varios	Interruptor DPDT
	Varios	2 refrigeradores para los estabilizadores de tensión
	Varios	3 Zócalo de 18 pines
	Varios	1 Zócalos de 16 pines
	Varios	2 Zócalos de 14 pines
	Varios	4 Separadores 7 mm M3
	Varios	6 Tuercas M3
	Varios	6 Tornillos M3 x 7 mm
	Varios	Cable PIC-BUS de 26 vías.
	Varios	Porta pilas de 9V
	Varios	Porta pilas pack de 4 pilas 1.5
	Varios	Placa de C.Impreso de 80 x 100 mm.

4. INSTRUCCIONES DE MONTAJE

Se trata de una tarjeta impresa de tipo profesional con taladros metalizados, máscara de soldaduras y serigrafía para la inserción de los componentes en el lugar y la orientación adecuada. La realización práctica del montaje no debe suponer ningún problema.

Se recomienda emplear un soldador tipo "*lápiz*" de punta fina y de una potencia en torno a los 30W. El estaño debe ser como mínimo del 60% y de un grosor no superior a 1mm. Igualmente siempre es aconsejable el empleo de zócalos para los circuitos integrados en lugar de soldarlos directamente sobre la placa, de esta forma se evita su destrucción por exceso de calor y se hace más fácil la sustitución de los mismos.

En la figura 1-1 se presenta la serigrafía de la placa impresa. En ella se puede apreciar la situación de los distintos componentes así como su correcta orientación.

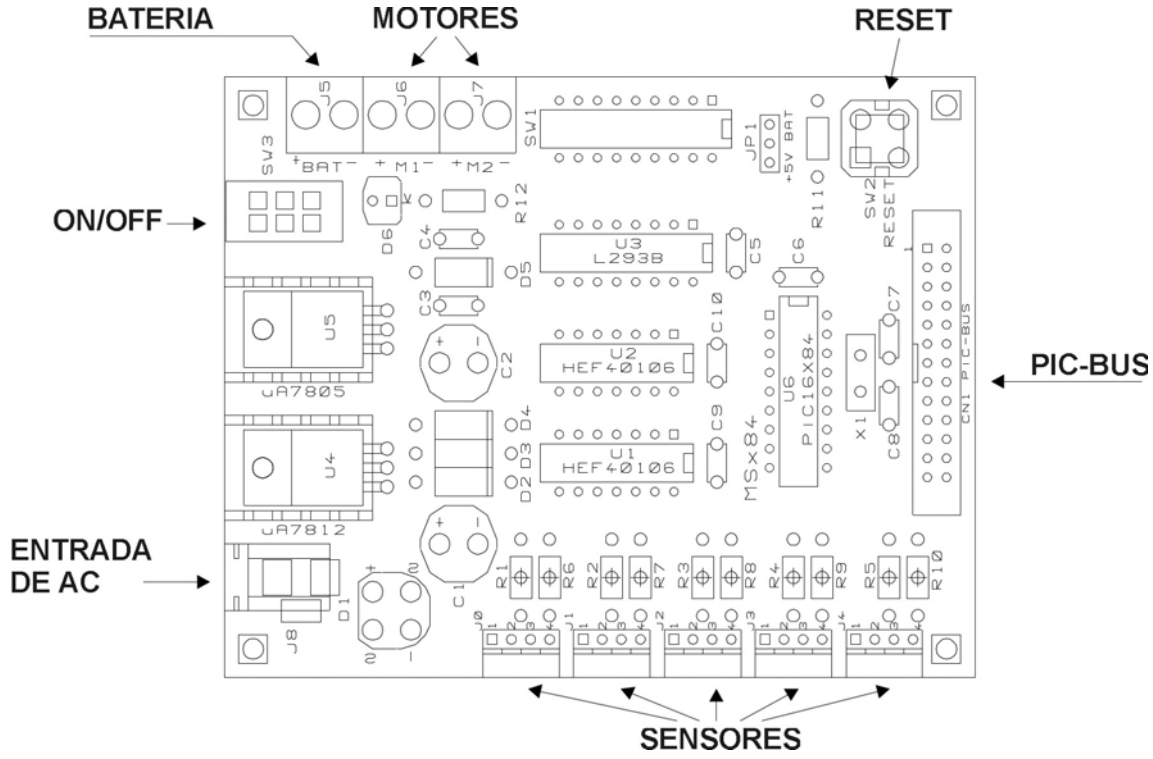


Figura 1-1. *Serigrafía de la placa MSx84*

4.1 PASOS A SEGUIR

A continuación se muestra la relación de pasos a seguir para el montaje y puesta a punto de la tarjeta **MSx84**.

1.- Colocar las resistencias R1-R12, procurando doblar las patillas en ángulos rectos y que queden al ras de la placa. Los valores de las resistencias R1-R10 pueden variar e incluso, dependiendo del tipo de sensores que se vayan a emplear, es posible que no sean necesarias y haya que puentearlas. En su lugar también pueden colocarse resistencias de ajuste que permitan mejorar la sensibilidad de ciertos sensores.

2.- Colocar los cuatro diodos de silicio D2-D5, orientando el cátodo de los mismos (raya blanca pintada en un extremo) según la serigrafía.

3.- Colocar los cinco zócalos para los circuitos integrados y el DIP-SWITCH. Procurar que la marca de referencia tenga la misma orientación que en el dibujo de la serigrafía.

6.- Colocar los seis condensadores de desacoplo C3-C6 y C9-C10 insertándolos en sus correspondientes lugares al ras de la placa.

7.- Colocar y soldar los condensadores C7 y C8.

8.- Insertar y soldar el pulsador de RESET SW2, procurando que dos de sus patillas queden orientadas hacia la resistencia R11.

9.- Colocar y soldar el puente rectificador D1. Prestar la debida atención a la orientación de sus 4 patas de forma que coincidan con los símbolos de la serigrafía.

10.- Soldar el diodo led D6. El cátodo (pata corta) debe estar orientado hacia la resistencia R12.

11.- Colocar, soldar y fijar los reguladores U4 y U4 (7812 y 7805 respectivamente) con sus correspondientes refrigeradores. Prestar atención de no equivocar la ubicación de cada uno. Ver la figura 1-2.

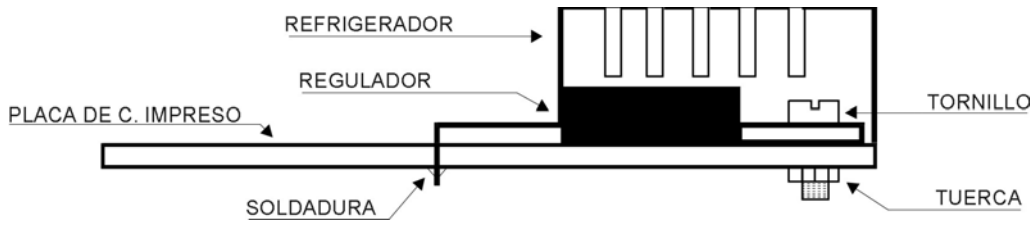


Figura 1-2. *Fijación de los reguladores y refrigeradores*

12.- Colocar y soldar al ras de la placa los condensadores electrolíticos C1 y C2, prestando atención a la polaridad de los mismos.

13.- Fijar y soldar la base de alimentación J8.

14.- Fijar y sodar los cinco conectores MOLEX macho, codo de 4 vías J0-J4.

15.- Fijar y soldar el conector macho del PIC-BUS de 2 x 13 vías. La marca que referencia a la patilla 1 de este conector debe quedar orientada hacia los condensadores C7 y C8, tal y como indica la serigrafía y no hacia el borde de la tarjeta impresa.

16.- Soldar el cristal de cuarzo X1. Este no tiene polaridad y aunque su valor es de 4MHz se puede cambiar por otro para diferentes velocidades de trabajo.

17.- Soldar y fijar las tres bornas de dos contactos J5-J7. Estas se encastran entre sí para luego soldarlas conjuntamente. Los orificios por donde se embornarán posteriormente los cables deben quedar hacia el exterior de la tarjeta impresa.

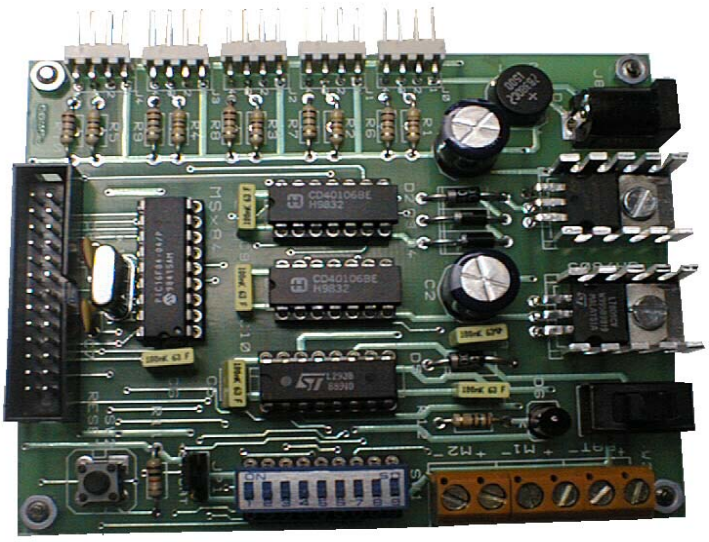
18.- Fijar y soldar el jumper JP1.

19.- Colocar el interruptor ON/OFF SW3.

20.- Colocar y atornillar los cuatro separadores y las cuatro tuercas en las esquinas de la tarjeta impresa.

21.- Insertar sobre sus respectivos zócalos los cuatro circuitos integrados de que consta la tarjeta **MSx84**. Orientarlos de acuerdo con las referencias tanto de los zócalos como de la serigrafía de la tarjeta.

22.- Insertar el DIP-SWITCH de nueve contactos SW1. El switch 1 debe estar orientado hacia la marca de referencia del dibujo de la serigrafía.



5. DESCRIPCION FUNCIONAL

En posteriores apartados se va a ir describiendo el hardware de la placa de control **MSx84**. De esta forma el usuario de la misma podrá entender sus aplicaciones así como las posibles modificaciones que se pueden realizar con objeto de controlar diferentes tipos de sensores y o motores.

5.1 LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Esta integrada en la propia placa **MSx84** y ofrece diferentes posibilidades de trabajo. Su esquema se ofrece en la figura 1-3.

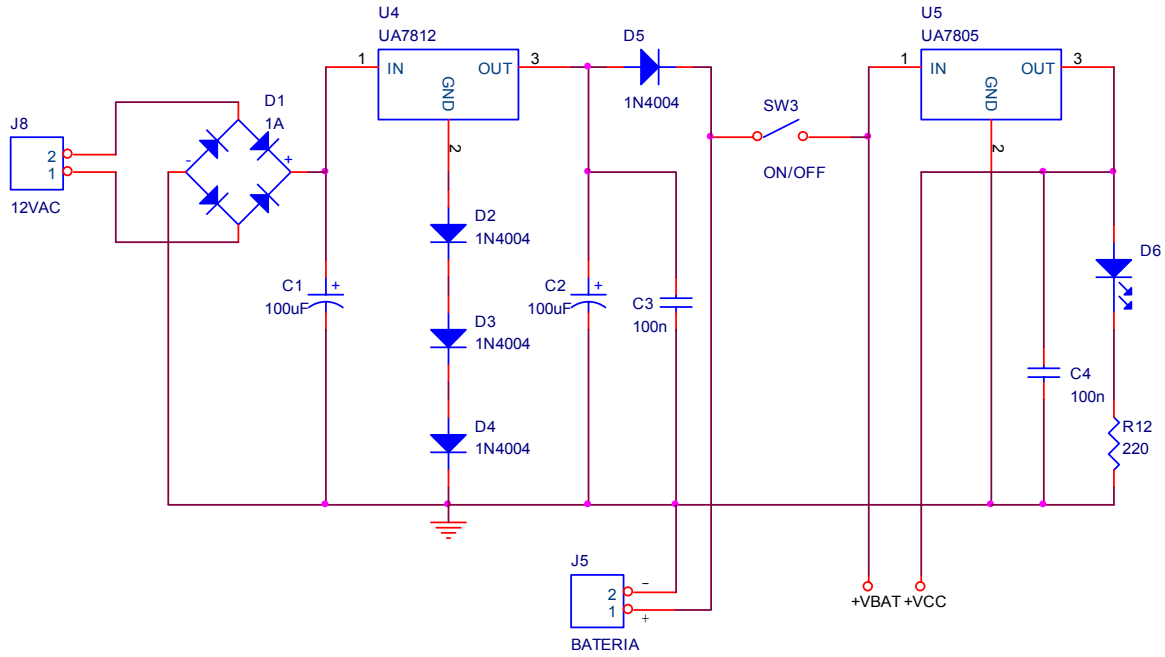


Figura 1-3. *La fuente de alimentación*

Toda la electrónica de control, incluido el propio microcontrolador PIC 16x84, trabajan con una VCC de +5 V. Esta tensión se puede obtener a partir de una tensión alterna de 12VAC o bien de un conjunto de pilas o baterías.

Mediante el conector J8 se introduce una tensión alterna de 12VAC procedente de un transformador (no incluido). El puente rectificador D1 junto con C1 se encarga de rectificarla y filtrarla para obtener una tensión continua de unos 21VDC. Esta se estabiliza a unos 13 VDC gracias al regulador U4 (7812) y los diodos D2-D5**. El transformador puede ser el mismo que se emplea en la μPIC Trainer**.

El interruptor SW3 de ON/OFF aplica esa tensión al controlador de motores (+VBAT) y por otra parte al regulador U5 (7805). Por la patilla 3 de U5 se obtiene la tensión +VCC de 5 VDC, que se aplica al resto del circuito. El led D6 pilota la presencia de dicha tensión.

Otra posibilidad es aplicar una tensión continua procedente de una batería a través del conector J5, prestando atención a su polaridad. Al accionarse el interruptor ON/OFF SW3 dicha tensión es la que se aplica al controlador de motores (+VBAT) y la que permite obtener los +5VDC de VCC gracias al regulador U5.

En el siguiente cuadro se reflejan las diferentes opciones de alimentación de la tarjeta de control **MSx84**.

OPCIONES	*COMENTARIOS*
Mediante transformador de 15VAC conectado en J8	No se conecta la batería. +VBAT = 13VDC y +VCC = 5 VDC
Mediante transformador de 15VAC conectado en J8	Batería recargable de plomo de 12V. +VBAT = 13VDC y +VCC = 5VDC. El circuito formado por el regulador U4 y D5 permite recargar dicha batería.
Batería recargable de plomo de 12V conectada en J5	El transformador se puede conectar en J8 para su recarga. +VBAT = 12 VDC y +VCC = 5VDC.
Batería no recargable de 12 V conectada en J5	No conectar el transformador. +VBAT = 12 VDC y +VCC = 5VDC.
Batería no recargable de 9V conectada en J5	No conectar el transformador. +VBAT = 9 VDC y +VCC = 5VDC
Conjunto de 4 baterías de 1.5V en serie (6VDC) conectado en J5	No conectar el transformador. +VBAT = 6 VDC y +VCC = 5VDC

5.2 EL MICROCONTROLADOR

En la figura 1-4 se muestran las conexiones del microcontrolador PIC 16x84. Es el "*corazón*" de la tarjeta **MSx84**. Según el software de aplicación grabado en su interior por el usuario, se podrán gestionar los distintos sensores de entrada así como los dispositivos de salida según los distintos criterios o algoritmos de dicha aplicación.

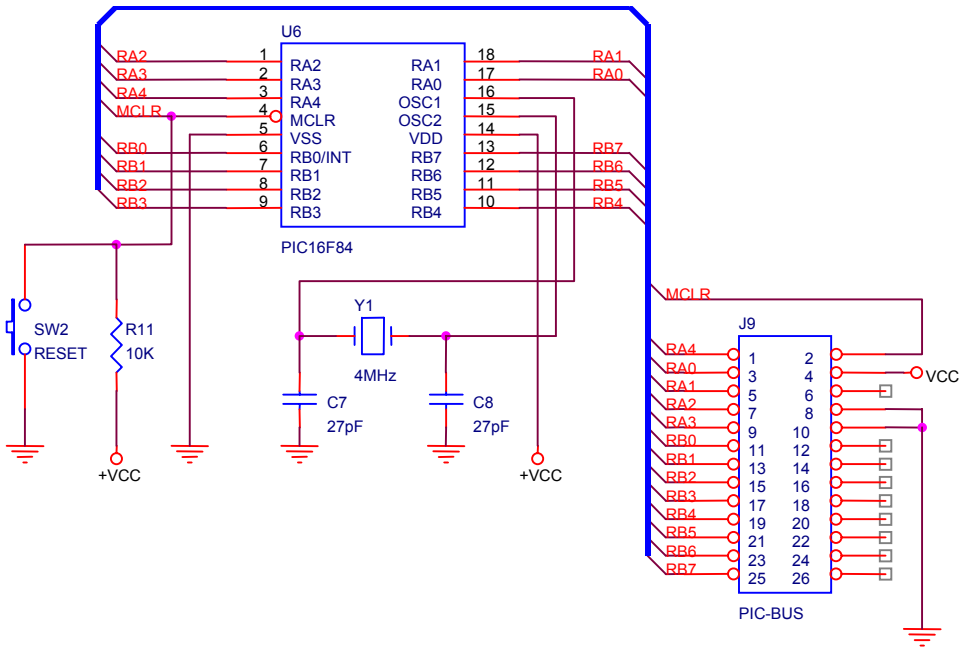


Figura 1-4. *El microcontrolador PIC 16x84*

El cristal Y1 junto con los condensadores C7 y C8 generan la frecuencia de trabajo de 4MHz del microcontrolador PIC. Variando el valor de estos componentes se puede alterar dicha velocidad según las necesidades del usuario. Consultar las especificaciones técnicas de Microchip para seleccionar las diferentes frecuencias.

El circuito de RESET está formado por el pulsador SW2 y la resistencia R11. Esto permite la inicialización manual del sistema por parte del usuario.

El conector PIC-BUS es compatible pin a pin con el del sistema µ**PIC Trainer** de ***Microsystems Engineering.*** A través de él, todas las señales del PIC están a disposición del usuario. Esto permitirá conectar y/o añadir otro tipo de periféricos distintos a los que soporta la tarjeta **MSx84**.

Igual de importante es el echo de que gracias al PIC-BUS y el cable de conexión incluido, es posible grabar el PIC 16x84 ubicado en la tarjeta **MSx84** mediante el sistema µ**PIC Trainer**, así como aprovechar y hacer uso tanto de los periféricos de este último como de todo el software de grabación. ***Todo ello sin necesidad de extraer el PIC 16x84 de la tarjeta MSx84***.

6. ADAPTACION DE PERIFERCOS A LA MSx84 .

La tarjeta MSx84 está especialmente pensada para la conexión directa de sensores de tipo óptico infrarrojo, aunque es lo suficientemente flexible para que, con pequeñas modificaciones en los valores de ciertos componentes, se pueda adaptar fácilmente a otro tipo de sensores.

6.1 SENSORES OPTICOS

Los que aquí se proponen son sensores de fácil adquisición y muy bajo coste. Consisten en dispositivos que contiene un diodo emisor de infrarrojos y un foto transistor que detecta la presencia o ausencia de los mismos. El símbolo eléctrico de los mismos se muestra en la figura 1-5.

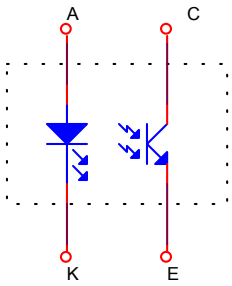


Figura 1-5. *Símbolo de un dispositivo óptico emisor/receptor*

Este tipo de sensores es especialmente útil para la detección de objetos a distancia, distinción de tonos y colores, encoders para motores, etc., sin que haya rozamientos ni desgastes mecánicos. Presentan una notable velocidad de respuesta que permite medir señales de entrada de transiciones rápidas y de frecuencias elevadas así como un total aislamiento eléctrico entre el periférico y el circuito de control (el microcontrolador). De esta forma, dicho circuito queda protegido contra picos de sobre tensión provocados por un defectuoso funcionamiento del periférico controlado.

En el sector opto-electrónico existen gran cantidad de modelos con distintas características y formas, adaptados especialmente para múltiples aplicaciones. Los que se proponen en el presente manual de usuario son de fácil localización en cualquier comercio del sector electrónico y su precio, así como su facilidad de uso, los hace muy asequibles.

Se trata de los modelos CNY70 y H21A. El tipo de aplicaciones a los que se pueden destinar es muy amplio y todo depende de las necesidades en cada caso. En la figura 1-6 se muestra el tipo de cápsulas de ambos modelos.

El CNY70 contiene el emisor y el receptor en una misma cápsula. Es ideal para la detección de cambios de tono sobre el mismo plano de un objeto a una distancia de unos pocos milímetros. La luz emitida por el led es reflejada por el objeto y detectada por el foto transistor.

La cápsula en forma de U del H21A tiene el emisor separado unos 3 milímetros respecto al receptor pero ambos están a la misma altura de forma que el haz de luz del emisor incide sobre el foto transistor. Es ideal para detectar objetos que, al interponerse entre el emisor y el receptor, cortan el haz de luz.

Entre sus múltiples aplicaciones cabe destacar la del control de encoders que controlen la velocidad de giro de un motor, el sentido, la posición, el desplazamiento, etc.

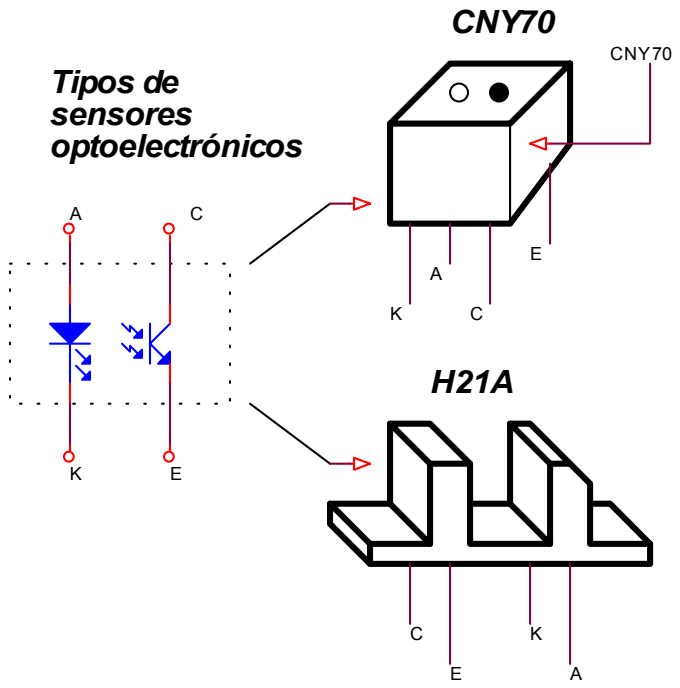


Figura 1-6. *Cápsulas de los sensores CNY70 y H21A*

En la figura 1-7 se muestra la clásica aplicación del sensor tipo H21A. Consiste en un encoder acoplado al eje de un motor. El encoder tiene una serie de ranuras que cortan o no el paso del haz de luz entre el emisor y el receptor conforme el motor gira. Contando los pulsos que se producen entre corte y corte del haz, se puede conocer la velocidad de giro. Si se conoce la distancia entre ranuras, se puede saber el desplazamiento o grados que ha girado el motor.

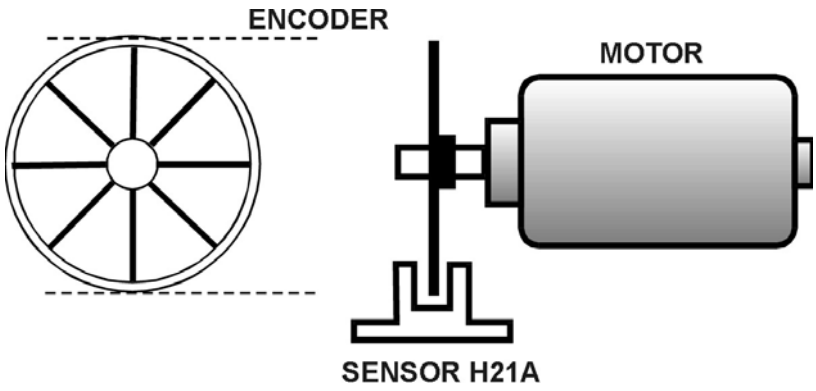


Figura 1-7. *Ejemplo de aplicación del sensor H21A*

La figura 1-8 muestra un ejemplo de aplicación del sensor CNY70. Imaginemos una cinta transportadora marcada por tonos negros y blancos. Cuando la luz del emisor coincida con el tono negro, será absorbida por éste. De esta forma el foto transistor receptor no recibe luz y dará un nivel lógico “0”. Por otra parte, cuando la luz del led emisor incida sobre las marcas blancas, será reflejada y detectada por el receptor, generándose un nivel lógico “1”. Se obtiene así una señal digital que transita de nivel “0” a nivel “1” según los tonos negros y blancos que pasen frente al sensor conforme la cinta se va desplazando. Se puede aplicar el mismo criterio para hacer un encoder.

Las aplicaciones pueden ser numerosas. Si se conoce la velocidad de movimiento de la cinta, se puede medir el tamaño de las marcas. Por otra parte, conocido el tamaño de las marcas se puede medir la velocidad de la cinta y, contando el número de pulsos obtenidos por el sensor, se puede calcular el desplazamiento y posición de dicha cinta.

Otra posible aplicación de este tipo de sensor es el control de la trayectoria de un objeto mecánico móvil (“***Microbot***”) sobre una superficie con una pista negra sobre fondo blanco o viceversa.

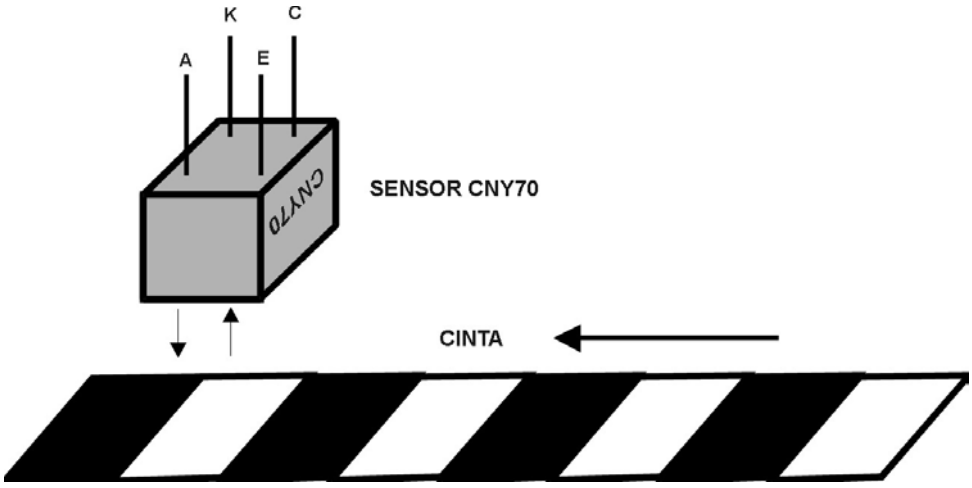


Figura 1-8. *Aplicación del sensor CNY70*

Es posible también tener un encoder o una cinta doblemente ranurada o marcada. Como se muestra en la figura 1-9, una hilera de marcas blanco/negro está desplazada respecto a la otra hilera. Se emplean dos sensores, uno para cada hilera (Sensor A y Sensor B).

Cuando se produce un desplazamiento ambos sensores generan sendas señales al detectar las diferencias de tono de las marcas (o ranuras del encoder). Según el sentido de desplazamiento de la cinta (o el sentido de giro del encoder), un sensor se activa antes que el otro. De esta forma ambas señales están desfasadas entre sí.

El sistema de control debe detectar este desfase y determinar qué sensor se activa primero. Se consigue así averiguar el sentido del movimiento además de la velocidad, posicionamiento, etc. Esta técnica permite también detectar, por ejemplo, la diferencia de velocidad entre dos motores, pudiéndose así actuar sobre el accionamiento de los mismos con objeto de mantener una velocidad constante o bien establecer unas diferencias de velocidad entre ambos.

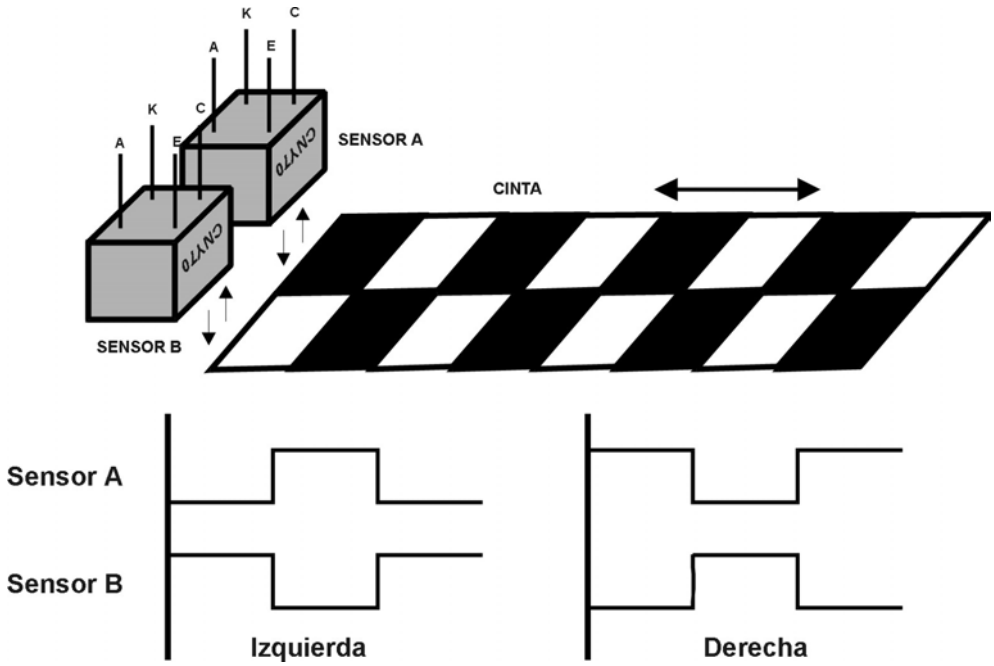


Figura 1-9. *Control del sentido.*

El circuito de la figura 1-10 muestra la conexión típica de los sensores de infrarrojos que se han venido analizando hasta el momento.

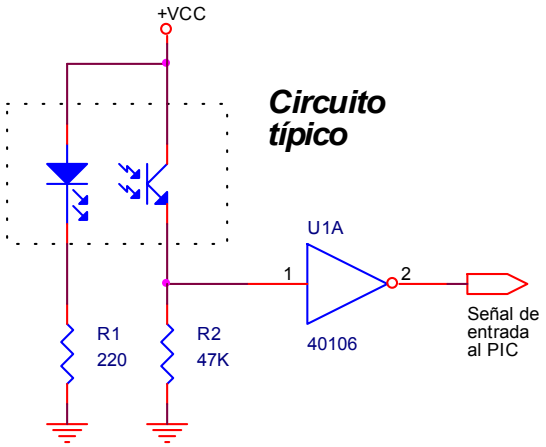


Figura 1-10. *Circuito típico de conexión de in sensor I.R.*

Suponiendo una tensión VCC de +5V (podría ser de otro valor), la resistencia R1 mantiene polarizado al diodo emisor. Este emite un haz de luz que, si no es interrumpido o absorbido, llega hasta el foto transistor receptor. En bornes de la resistencia R2 se obtiene el nivel lógico “1” cuando llega la luz y el nivel “0” en caso contrario. Ambas resistencias están incluidas en la tarjeta **MSx84**.

La resistencia R2 se puede sustituir por otra de diferente valor o bien, por una resistencia de ajuste de unos 100K. De esta forma se puede ajustar la sensibilidad del foto transistor receptor dependiendo del modelo de que se trate. La tarjeta **MSx84** viene preparada para hacer esta modificación.

La puerta inversora U1 es del tipo trigger o conformadora de nivel. Su salida es la que se aplica a la entrada del microcontrolador para su posterior tratamiento. De esta manera se obtiene nivel lógico “1” cuando el haz de luz del emisor es interrumpido o absorbido y nivel “0” cuando es reflejado o bien no está interrumpido.

Los conectores de entrada J0-J4 de la tarjeta **MSx84** transportan 4 señales con objeto de poder adaptar un buen número de sensores distintos. Ver la figura 1-11.

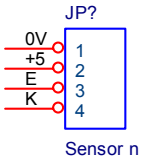


Figura 1-11. *Los conectores de entrada de la tarjeta MSx84*

La patillas 1 y 2 transportan la tensión de alimentación de +5VDC del sistema (0V y +5). Esto permitirá dotar de tensión de alimentación a aquellos sensores que lo requieran. La patilla 3 conecta con la entrada del inversor trigger y la resistencia R2. Se corresponde con el emisor (E) del foto transistor receptor. Finalmente la pata 4 conecta con la resistencia de polarización R1 y se corresponde con el cátodo (K) del diodo emisor.

La figura 1-12 muestra el montaje práctico de los cables que unen los sensores anteriormente estudiados, con cualquiera de los conectores J0-J4 de la tarjeta **MSx84**. Para ello seguir los siguientes pasos:

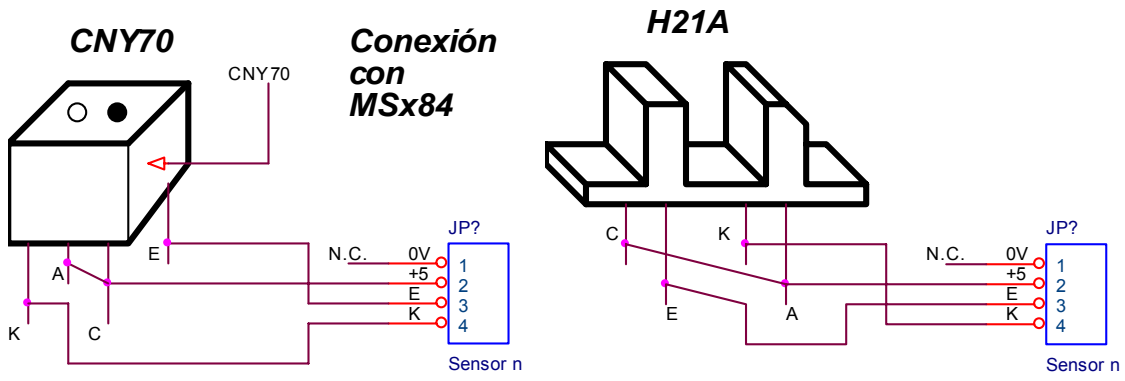


Figura 1-12. *Conexión con la tarjeta MSx84*

1.- Las conexiones son similares tanto para el sensor modelo CNY70 como para el model H21A.

2.- Se necesitan tantos conectores tipo MOLEX hembra de 4 vías y de paso 2.54" como sensores se vayan a conectar. **MSx84** soporta como máximo 5.

3.- Cortar, con la longitud deseada, 3 trozos de cable por cada sensor. Pelar unos 2 mm cada extremo.

4.- Unir y soldar las patas A y C del sensor. De dicha unión soldar un cable que irá a parar a la pata 2 del conector hembra tipo MOLEX.

5.- La patilla E del sensor unirla, mediante cable soldado, con la pata 3 del conector.

6.- La patilla K del sensor unirla, mediante cable, con la pata 4 del conector.

7.- Es aconsejable emplear tubo termo retráctil o cinta aislante en las soldaduras de las patas del sensor. De esta forma se evita que, en caso de que las patillas se doblen, hagan contacto entre sí. Ver la figura 1-13.

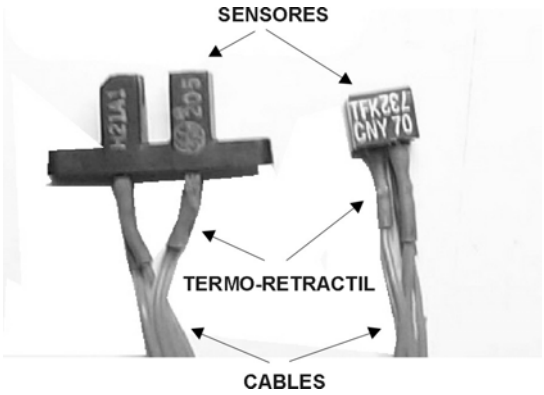


Figura 1-13. *Aislamiento de las patillas*

El esquema de la figura 1-14 muestra el circuito de los 5 conectores J0-J4 de la tarjeta **MSx84** que permite conectar de la forma ya explicada hasta 5 sensores diferentes.

Las resistencias R1-R5 nominalmente son de 47K. Como ya se ha comentado, este valor se puede alterar en función del tipo de sensores que se vaya a emplear. Igualmente la placa está preparada para soportar resistencias ajustables o potenciómetros que permitan varia la sensibilidad de los foto transistores receptores de esos sensores.

Las resistencias R6-R10 nominalmente son de 220. Se tratan de las resistencias de polarización del led emisor. Su valor también se puede variar en función del tipo de sensor.

Las 5 señales de entrada van a parar a sendas puertas trigger inversoras para la adaptación de niveles, evitando en lo posible ruidos y deformación de las señales.

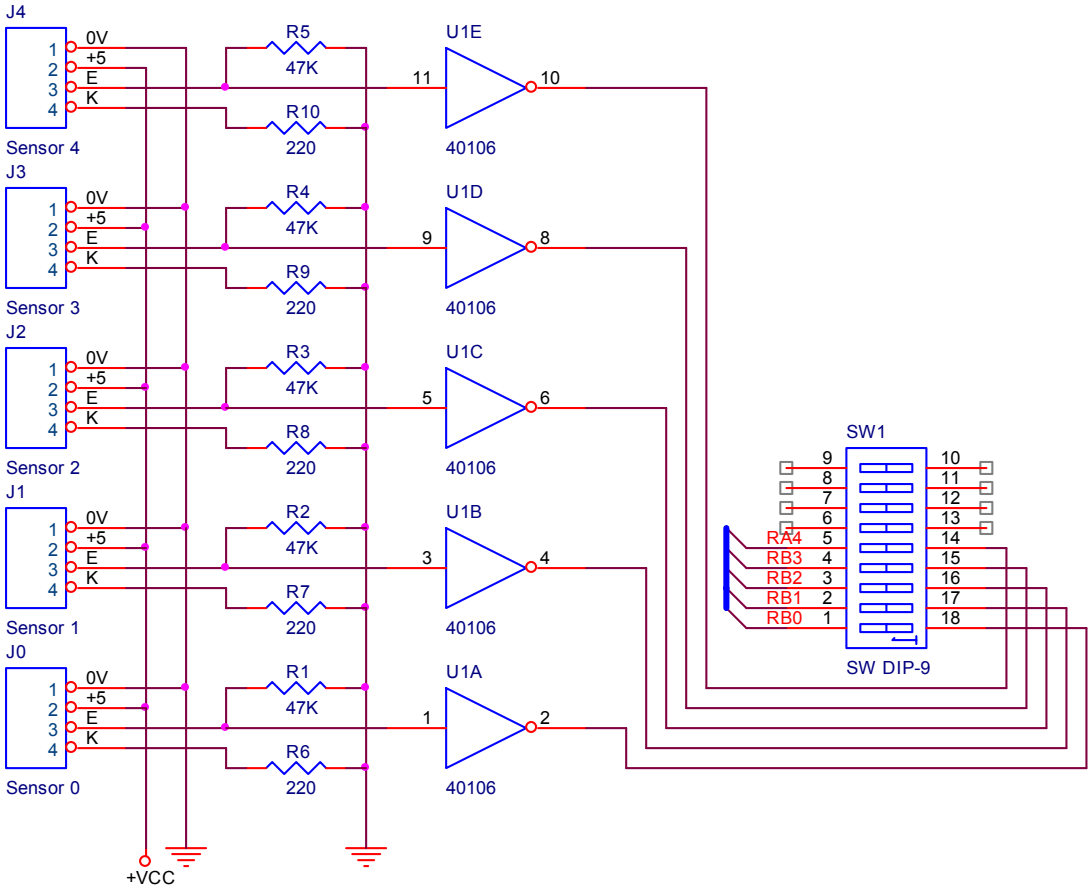


Figura 1-14. *Las entradas de la tarjeta MSx84*

La salidas de los 5 inversores (U1A-U1E) van a parar a los micro switches 1-5 del DIP-SWITCH (SW1). Esto permite que cada una de las cinco señales de entrada pueda desconectarse de las líneas del microcontrlador PIC 16x84. De esta forma, si en una determinada aplicación ciertos sensores de entrada no se emplean, las líneas del PIC pueden quedar sin conexión y aprovecharlas así con otro tipo de periféricos.

A la vista del esquema anterior se puede apreciar la asociación que hay entre los conectores de los sensores de entrada, los micro switches y las líneas del PIC. Esta asociación queda resumida en la siguiente tabla.

Hay que destacar que el sensor conectado a través de J4 queda asociado a la línea RA4 del PIC. Esta línea es también la señal T0CKI que accede al Timer 0 (TMR0). Este, actuando en modo contador de eventos externos, puede contar los pulsos procedentes de ese sensor. Se puede así desarrollar aplicaciones consistentes en contar pulsos, medir frecuencias, medir anchura de pulsos, intervalos entre pulsos, etc.

Igualmente, el sensor conectado a través de J0, está asociado a la línea RB0 del PIC. Esta línea es también la señal INT de entrada de interrupción externa. Puede ser programada para ser activa al flanco ascendente o descendente. Se puede de esta manera dar una prioridad a los eventos ocurridos en los sensores de entrada para realizar el tratamiento oportuno.

CONECTOR	*SWn*	*CONEXIÓN*
J0	1 = ON	RB0 / INT
J0	1 = OFF	Libre
J1	2 = ON	RB1
J1	2 = OFF	Libre
J2	3 = ON	RB2
J2	3 = OFF	Libre
J3	4 = ON	RB3
J3	4 = OFF	Libre
J4	5 = ON	RA4 / T0CKI
J4	5 = OFF	Libre

Se debe insistir que la posibilidad de desconectar las señales no empleadas y, teniendo en cuenta que todas las señales del PIC 16x84 están disponibles mediante el conector PIC-BUS, nos ofrece los recursos necesarios para, implementando un hardware adicional, poder gobernar todo tipo de periféricos no contemplados en la tarjeta **MSx84**.

6.2 SENSORES MECÁNICOS

Se trata de dispositivos que, mediante un determinado mecanismo, son capaces de abrir o cerrar un circuito eléctrico generando así una señal para su posterior tratamiento. Aunque existen múltiples modelos adaptados a otras tantas aplicaciones, cabría citar por su sencillez y bajo coste los pulsadores, interruptores, finales de carrera, de mercurio, magnéticos, bumpers, etc.

Su funcionamiento se basa en una o varias láminas metálicas que mediante algún dispositivo de accionamiento cierran o abren un circuito eléctrico dejando pasar o no la tensión y obteniéndose así un determinado nivel lógico.

Según el tipo de mecanismo así como el número de circuitos que abre o cierra, nos podemos encontrar con diferentes símbolos, algunos de los cuales están representados en la figura 1-15.

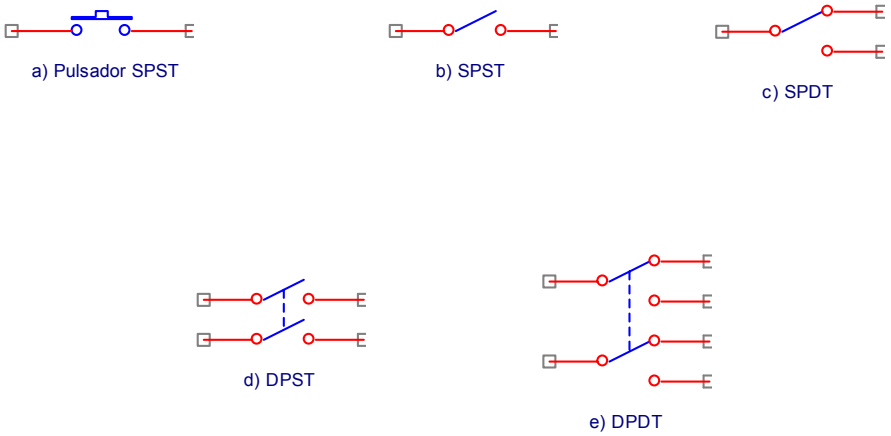


Figura 1-15. *Símbolos de sensores mecánicos*

Los símbolos a) y b) son eléctricamente equivalentes. Disponen de un circuito y una posición (SPST). La diferencia entre ambos es de tipo mecánica. El a) es un pulsador que cierra circuito en el momento de su accionamiento, pero se vuelve a abrir a la situación de reposo en el momento que deja de accionarse. El símbolo b) representa un interruptor. Este cierra circuito en el momento de accionarse y, no se abre hasta un nuevo accionamiento. Es decir, dispone de una mecánica de enclavamiento.

Los dispositivos c), d) y e) representados en la figura anterior, son dispositivos de enclavamiento, aunque también se pueden encontrar con accionamiento del tipo pulsador. El símbolo c) se corresponde con un conmutador de simple circuito y doble pulsación (SPDT). El modelo d) consiste en un mecanismo de doble circuito y una posición (DPST). Finalmente, el símbolo e), se corresponde a un mecanismo de doble circuito y doble posición (DPDT).

Uno de los efectos que presenta cualquier dispositivo de tipo electromecánico es el conocido como "*efecto rebote*". Se debe a que cada vez que se acciona, las láminas que abren o cierran el circuito, necesitan de un periodo de estabilización. Durante ese tiempo las láminas presentan una cierta inestabilidad durante la cual están rebotando entre sí, provocando múltiples aperturas y cierres.

Debido a este efecto, un simple accionamiento del tipo OFF - ON – OFF sobre el mecanismo, se traduce en una secuencia de varios pulsos como se puede ver en la figura 1-16.

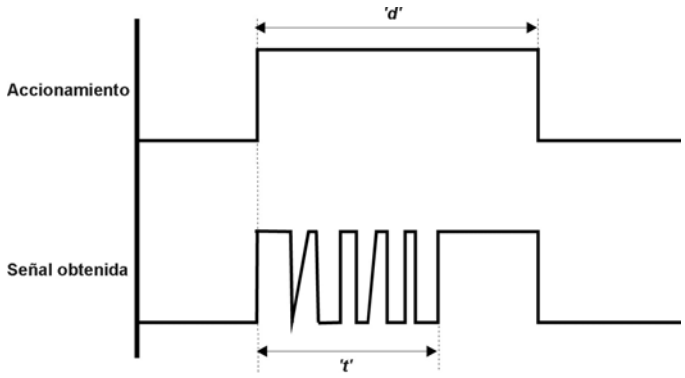


Figura 1-16. *El efecto rebote*

Un accionamiento del mecanismo durante un tiempo ‘d’ provoca realmente una conjunto de pulsos durante el tiempo ‘t’ de inestabilidad de las láminas de dicho mecanismo.

La velocidad de trabajo de cualquier microcontrolador hace que esos pulsos ficticios sean detectados. De esta forma, aquellas aplicaciones que necesitan contar pulsos, medir la duración de los mismos, medir el intervalo entre pulsos, frecuencia, etc., pueden generar resultados engañosos.

Existen varias formas de eliminar este indeseado efecto ‘*rebote*’. Una de ellas, la más económica, no requiere de hardware alguno. El problema se puede solucionar vía software siempre y cuando la aplicación no consuma todos los recursos del microcontrolador. Consiste en hacer una pequeña temporización de entre 10 a 20 mS cada vez que se detecte una transición en la señal de entrada. De esta forma, mientras se está temporizando, se obvian los pulsos intermedios que se puedan generar.

También es posible la eliminación de los rebotes mediante un hardware adicional como se muestra en la figura 1-17.

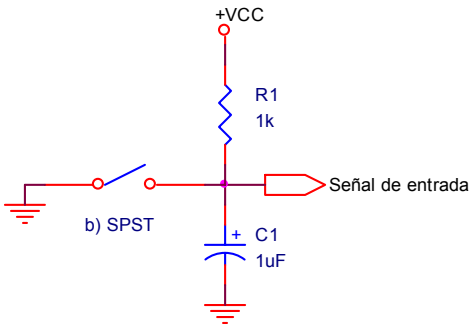


Figura 1-17. *Circuito R-C anti-rebotes*

La transición de la señal de entrada al microcontrolador depende de la constante de tiempo de R-C.

Otro circuito anti-rebotes por hardware es el mostrado en la figura 1-18.

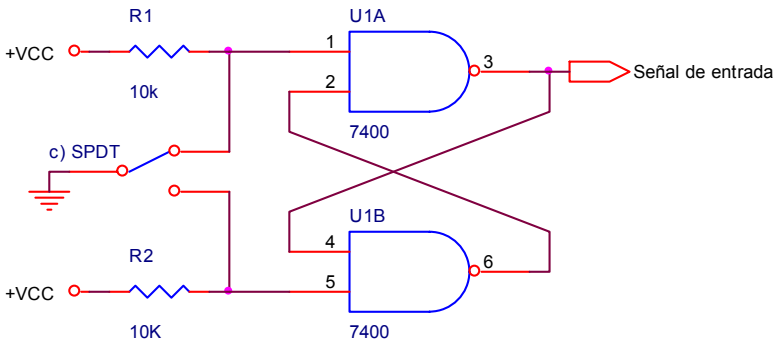


Figura 1-18. *Circuito R-S anti- rebotes*

Se basa en un flip-flop R-S. Cuando se acciona el mecanismo y se activa la señal SET la salida pasa a "1". Aunque haya rebotes en la entrada SET, la salida se mantiene a "1". Al poner el mecanismo en la posición de reposo se genera la señal RESET, la salida pasa a "0" y así se mantiene aunque haya nuevos rebotes en RESET. De esta forma a la salida del flip-flop se obtiene un pulso limpio y único.

Un mecanismo muy conocido y empleado como final de carrera, detector de obstáculos, etc., es el conocido '*Bumper*' cuyo aspecto se muestra en la figura 1-19.

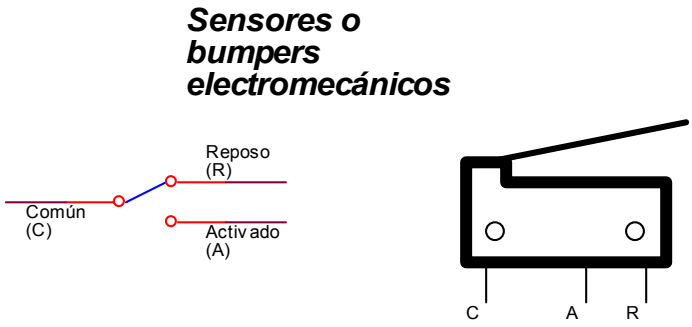


Figura 1-19. *Los Bumpers*

Se trata de un mecanismo tipo pulsador de simple circuito y doble posición (SPDT). Su accionamiento se provoca presionando sobre la lengüeta o varilla metálica.

Los conectores de entrada J0-J4 de la tarjeta **MSx84** permiten la conexión de este tipo de mecanismos o de cualquier otro similar. El circuito típico se muestra en la figura 1-20. Un mecanismo tipo SPDT en reposo conecta con tierra la entrada del inversor. Si fuera una mecanismo tipo SPST en reposo habría un circuito abierto pero la resistencia de 47K sita en la tarjeta MSx84 se encargará de mantener la entrada del inversor a tierra. En ambos casos la salida del inversor estará a nivel "1" cuando los mecanismos estén en reposo.

Al ser accionados, la entrada del inversor se conecta con +VCC por lo que a la entrada del PIC el nivel lógico será "0".

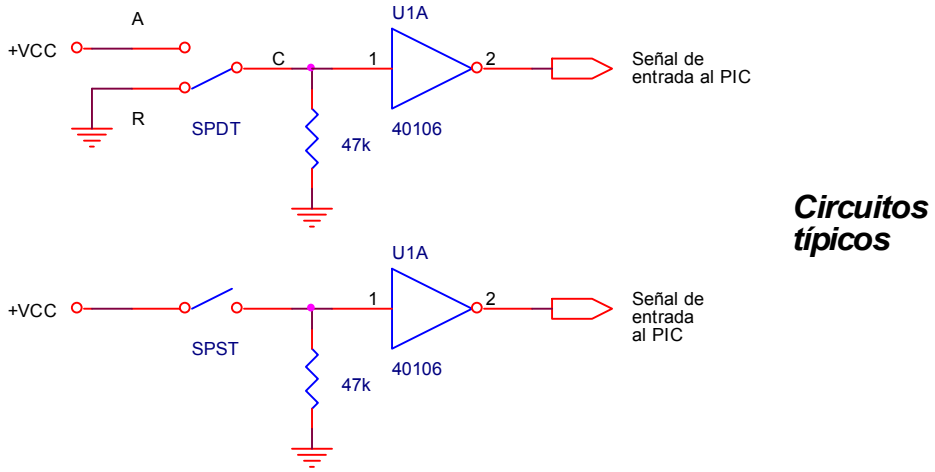


Figura 1-20. *Conexión de mecanismos con MSx84*

Teniendo en cuenta la distribución de las señales que transportan los conectores J0-J4 de la tarjeta **MSx84**, la conexión práctica de un bumper se presenta en la figura 1-21. Es muy similar a la que se detalló en el apartado 6.1 con relación a la conexión de los sensores infrarrojos.

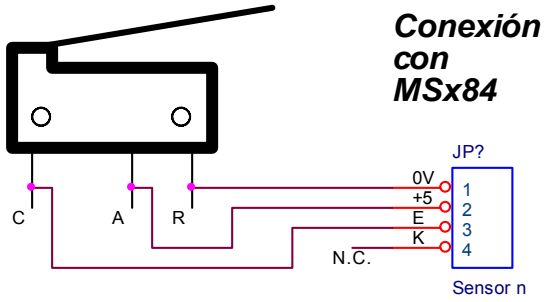


Figura 1-21. *Conexión de un bumper con MSx84*

El circuito general de conexión de los cinco conectores J0-J4 de la tarjeta MSx84 es el mismo que se mostró en la figura 1-14.

6.3 LOS MOTORES

Una de las orientaciones que se quiere dar a la tarjeta **MSx84** es la del accionamiento y control de hasta 2 motores de DC o bien uno paso a paso. Junto con los sensores estudiados en los apartados 6.1 y 6.2, será posible desarrollar aplicaciones de carácter didáctico en las que se pueda controlar el sentido de giro, velocidad, posicionamiento, etc de los mismos.

6.3.1 EL DRIVER L293B

La tarjeta **MSx84** dispone de un driver del tipo push-pull de 4 canales integrados sobre el chip L293B de SGS-THOMSON y especialmente indicado para activar cargas de elevado consumo (p.e. motores de DC). Las características más relevantes son:

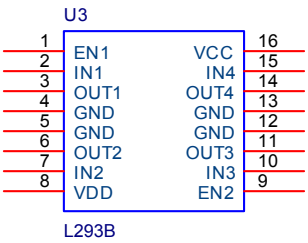
- Corriente de salida de 1 A por canal.
- Corriente de salida de pico de 2 A por canal
- Señal para la habilitación de las salidas
- Alta inmunidad al ruido
- Alimentación para las cargas separada de la alimentación de control.
- Protección contra sobre – temperaturas.

6.3.1.1 DESCRIPCIÓN

El L293B es un driver de 4 canales capaz de proporcionar una corriente de salida de hasta 1 A por canal. Cada canal es controlado por señales de entrada compatibles TTL y cada pareja de canales dispone de una señal de habilitación que desconecta las salidas de los mismos.

Dispone de una patilla para la alimentación de las cargas que se están controlando, de forma que dicha alimentación es independiente de la lógica de control.

La figura 1-22 muestra el encapsulado de 16 pines, la distribución de patillas y la descripción de las mismas.



Pin Nº	*Nombre*	*Descripción*
1	EN1	Habilitación de los canales 1 y 2
2	IN1	Entrada del canal 1
3	OUT	Salida del canal 1
4	GND	Tierra de alimentación
5	GND	Tierra de alimentación
6	OUT2	Salida del canal 2
7	IN2	Entrada del canal 2
8	VDD	Alimentación de las cargas
9	EN2	Habilitación de los canales 3 y 4
10	IN3	Entrada del canal 3
11	OUT3	Salida del canal 3
12	GND	Tierra de alimentación
13	GND	Tierra de alimentación
14	OUT4	Salida del canal 4
15	IN4	Entrada del canal 4
16	VCC	Alimentación de +5VDC

Figura 1-22. *Descripción de pines del L293B*

6.3.1.2 DIAGRAMA POR BLOQUES

Es el mostrado en la figura 1-23. La señal de control EN1 activa la pareja de canales formada por los drivers 1 y 2. La señal EN2 activa la pareja de drivers 3 y 4. Las salidas OUTn se asocian con las correspondientes INn. Las señales de salida son amplificadas respecto a las de entrada tanto en tensión (hasta +Vss) como en corriente (máx. 1 A).

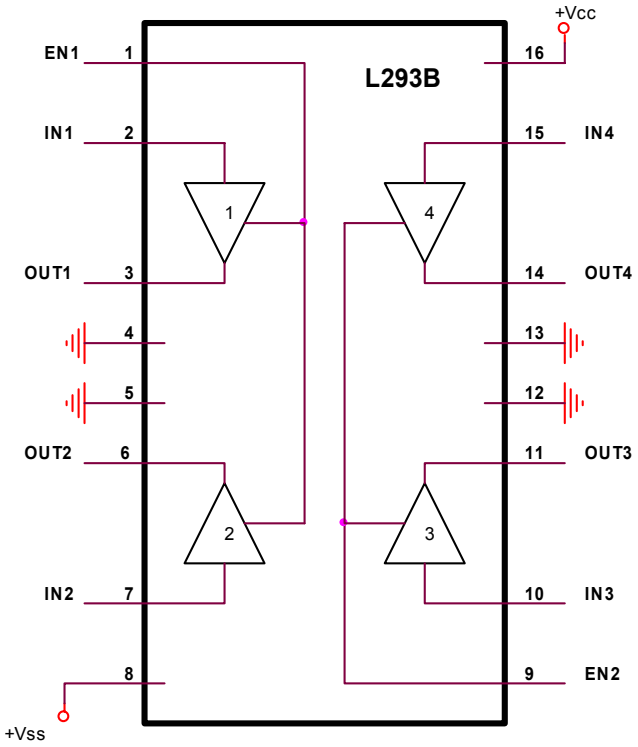


Figura 1-23. *Esquema por bloques del L293B*

En la siguiente tabla se muestra la tabla de la verdad que es igual para cada canal del driver L293B.

VINn	*VOUTn*	*VENn*
H	H	H
L	L	H
H	Z	L
L	Z	L

H = nivel “1”; L = nivel “0”; Z = OFF

6.3.1.3 PARAMETROS

RANGOS ABSOLUTOS MAXIMOS

Símbolo	*Parámetro*	*Valor*	*Unidad*
Vss	Tensión de alimentación para las cargas	36	V
Vcc	Tensión de alimentación de la lógica	36	V
V_i	Tensión de entrada	7	V
V_{inh}	Tensión de habilitación	7	V
I_{out}	Intensidad de pico de salida	2	A
P_{tot}	Disipación total de potencia	5	W

CARACTERISTICAS ELECTRICAS
Para cada canal, Vss=24V, Vcc=5V, Tª ambiente 25ªC

Símbolo	*Parámetro*	*Mín.*	*Típ.*	*Máx.*	*Unidad*
Vss	Alimentación de las cargas	Vss		36	V
Vcc	Alimentación de la lógica	4.5		36	V
V_{IL}	Tensión de entrada a nivel “0”	-0.3		1.5	V
V_{IH}	Tensión de entrada a nivel “1”	2.3		Vcc	V
I_{IL}	Corriente de entrada a nivel “0”			-10	µA
I_{IH}	Corriente de entrada a nivel “1”		30	100	µA
V_{inhL}	Tensión de habilitación a “0”	-0.3		1.5	V
V_{inhH}	Tensión de habilitación a “1”	2.3		Vcc	V
I_{inhL}	Corriente de habilitación a “0”		-30	-100	µA
I_{inhH}	Corriente de habilitación a “1”			+/- 10	µA

6.3.1.4 APLICACIONES

A modo de ejemplos de aplicación, se muestran a continuación una serie de circuitos para el control de motores. En la figura 1-24 se muestra el control de dos motores de DC que giran en un único sentido. El motor M1 se activa mediante un nivel lógico “0” aplicado por la entrada A y, el motor M2, mediante nivel “1” aplicado por la entrada B, según se aprecia en la tabla de la verdad.

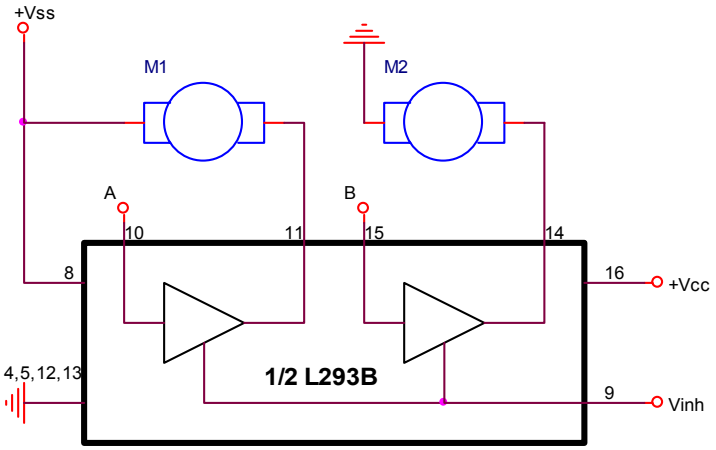


Figura 1-24. *Giro en un único sentido de dos motores*

V_{inh}	A	M1	B	M2
H	H	Parada rápida del motor	H	Giro
H	L	Giro	L	Parada rápida del motor
L	X	Motor desconectado, giro libre	X	Motor desconectado, giro libre

L = Nivel “0”; H = Nivel “1”; X = irrelevante

En la figura 1-25 se muestra cómo con dos canales se puede controlar el sentido de giro de un motor. Si la entrada C está a nivel “0” y la D a nivel “1”, al motor se le aplica una determinada polaridad que lo hace girar en un sentido. Cambiando los niveles lógicos en las entradas C y D se produce el giro en sentido contrario. Si ambas entradas están al mismo nivel lógico, se produce una parada rápida del motor. Analizar la tabla de la verdad que acompaña a la figura.

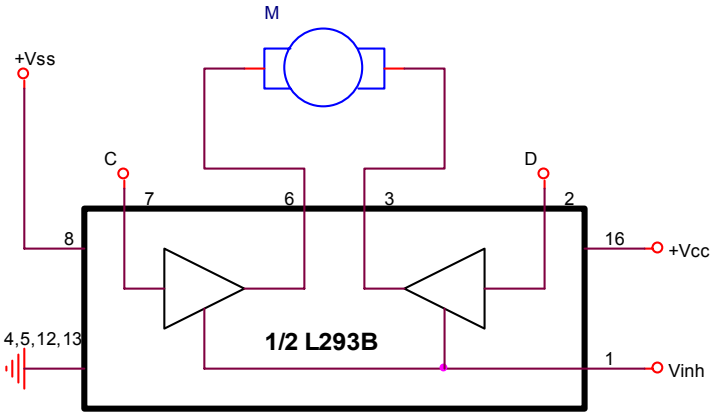


Figura 1-25. *Giro de un motor en los dos sentidos*

V_{inh}	C	D	M
H	L	L	Parada rápida del motor
H	H	H	Parada rápida del motor
H	L	H	Giro a la izquierda
H	H	L	Giro a la derecha
L	X	X	Motor desconectado, giro libre

Finalmente, en la figura 1-26 se muestra la posible conexión de un motor paso a paso bipolar al circuito L293B. Según el orden y la polaridad con la que se activen las bobinas L1 y L2 se producirá un desplazamiento del eje del motor en un determinado sentido. La secuencia de activación de L1 y L2 así como el número de grados que se rota en cada desplazamiento del eje, vendrá determinado por las especificaciones del fabricante del motor paso a paso.

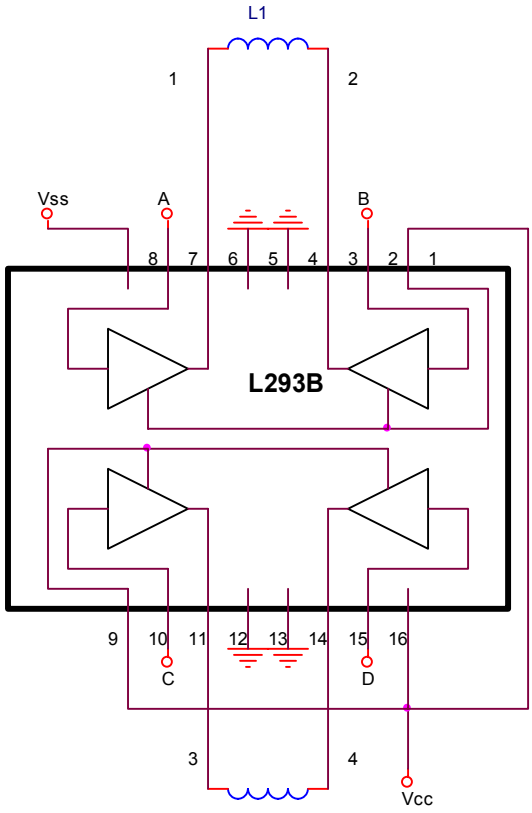


Figura 1-26. *Conexión a un motor paso a paso*

Los fabricantes de motores suelen indicar, al igual que en la siguiente tabla, la secuencia o combinaciones que hay que aplicar a las bobinas, para conseguir la secuencia de pasos consecutivos y, por tanto, el giro del motor.

BOBINAS

PASO	*L1-1*	*L1-2*	*L2-3*	*L2-4*
1	+	-	+	-
2	-	+	+	-
3	-	+	-	+
4	+	-	-	+

Sentido horario

BOBINAS

PASO	*L1-1*	*L1-2*	*L2-3*	*L2-4*
1	+	-	-	+
2	-	+	-	+
3	-	+	+	-
4	+	-	+	-

Sentido anti-horario

6.3.2 MOTORES DC

El esquema de la figura 1-27 muestra el principio de funcionamiento de un circuito de control para motores DC conocido como '*puente en H*'

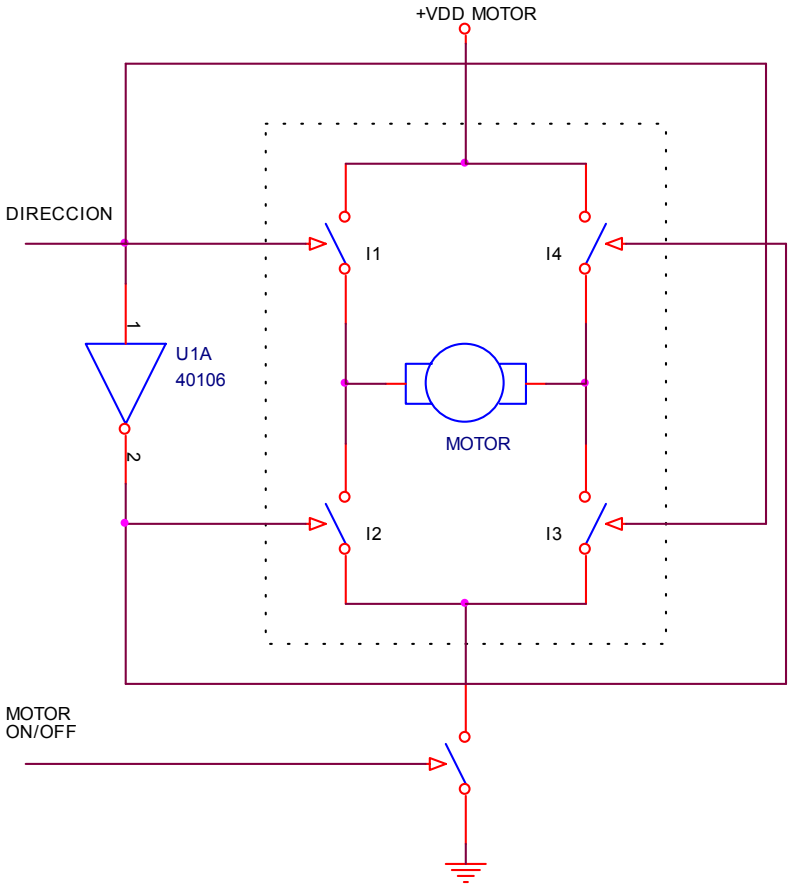


Figura 1-27. *El puente en H*

Los 5 interruptores emulan a sendos transistores de conmutación o drivers. El de ON/OFF se activa, cerrando circuito con tierra, mediante una señal que se puede considerar como señal de habilitación. Estando desconectada, el motor queda sin tensión. El motor puede girar libremente.

El accionamiento del motor se realiza activando los interruptores por parejas. Así, al activar I1 e I3, al motor le llega una tensión cuya polaridad estará – a la derecha y Vdd a la izquierda. Esto producirá el giro en un sentido. Activando la pareja de interruptores I2 e I4, la tensión aplicada adquiere la polaridad opuesta por lo que el giro se realizará en sentido contrario. Naturalmente nunca deberán estar ambas parejas activadas pues se produciría un cortocircuito en la alimentación.

Empleando dos de los cuatro drivers que posee el circuito L293B se puede realizar un sistema que accione el motor y lo haga girar en ambos sentidos. Puede servir como ejemplo el mostrado en la figura 1-28.

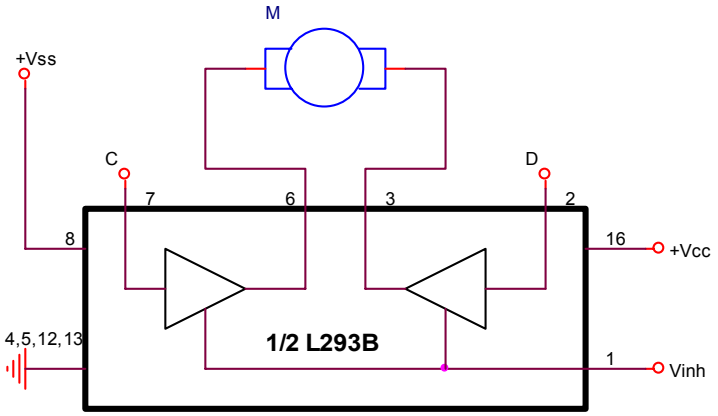


Figura 1-28. *Accionamiento de un motor de DC*

La señal introducida por la patilla 1 (V_{inh}) equivale a la señal ON/OFF anterior. Si está a nivel "0", ambos drivers permanecen inhabilitados y el motor sin tensión. Las señales C y D controlan a las parejas de interruptores anteriormente citadas en la figura 27. Deben trabajar en oposición. Activando C y desactivando D, el motor recibe una tensión cuya polaridad queda con el + a la izquierda y el – a la derecha, provocando el giro en un sentido. Invirtiendo el estado de las señales C y D se conseguirá una polarización opuesta y un giro en sentido contrario.

La figura 1-29 muestra el empleo del circuito L293B en la tarjeta **MSx84**. Gracias a él se pueden gobernar dos motores de corriente continua (DC) o bien uno paso a paso (PAP).

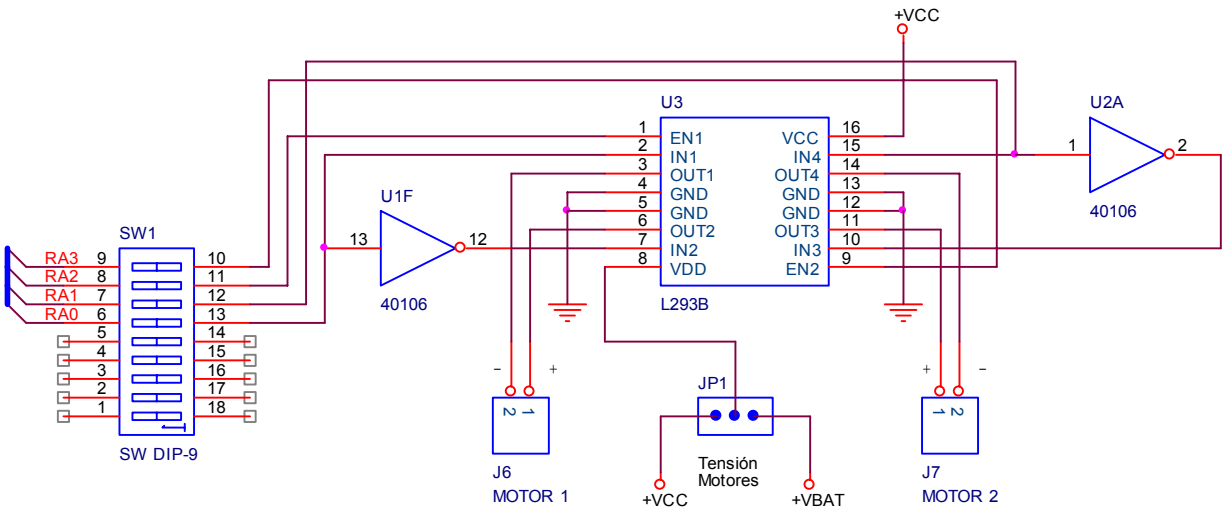


Figura 1-29. *Conexión del L293 en la tarjeta MSx84*

La señal RA0 del PIC va a parar, a través del switch 6, a la señal IN1 y, mediante el inversor U1F, a la señal IN2 del L293B. Esta señal gobierna las salidas OUT1 y OUT2 que controlan el motor M1. Según su nivel lógico, las salidas OUT1 y OUT2 aplicarán una determinada polaridad al motor, haciéndolo girar en un sentido u otro.

La misma explicación sirve respecto a la señal RA1 del PIC. En este caso van a parar a IN3 e IN4 que gobiernan OUT3 y OUT4 y estas a su vez al motor M2.

Las señales RA2 y RA3 del PIC quedan conectadas con las entradas de habilitación EN1 y EN2 del circuito L293B. Con ellas se consigue habilitar o no a cualquiera de los dos motores M1 y M2.

Mediante el Jumper JP1 se selecciona la tensión con la que funcionarán los motores. Esta puede ser +VCC de +5V que se obtienen del circuito de estabilización general del sistema, o bien +VBAT, que es de +13V si se obtienen desde la fuente de alimentación o dependiente de la tensión externa aplicada mediante baterías.

La siguiente tabla de la verdad sintetiza las diferentes combinaciones que, un software de aplicación, puede sacar por las líneas RA0-RA3 del PIC.

RA3	***RA2***	***RA1***	***RA0***	***Descripción***
0	0	X	X	Ambos motores desconectados
0	1	X	0	M1 en ON, giro horario. M2 en OFF
0	1	X	1	M1 en ON, giro anti horario. M2 en OFF
1	0	0	X	M1 en OFF. M2 en ON, giro horario
1	0	1	X	M1 en OFF. M2 en ON, giro anti horario
1	1	0	0	M1 en ON, giro horario. M2 en ON, giro horario
1	1	0	1	M1 en ON, giro anti horario. M2 en ON, giro horario
1	1	1	0	M1 en ON, giro horario. M2 en OFF, giro anti horario
1	1	1	1	M1 en ON, giro anti horario. M2 en ON, giro antihorario

Finalmente, los switches 6, 7, 8 y 9 de SW1 permiten, al igual que en el caso de los sensores de entrada ya estudiados, desconectar las señales RA0-RA3 del driver de motores L293B. De esta forma, aquellas aplicaciones que no requieran el empleo de dicho driver, puede utilizar esas señales para controlar otro tipo de periféricos no contemplados en la tarjeta MSx84. Se recuerda que todas las señales del PIC están disponibles en el conector PIC-BUS.

6.3.3 MOTORES PASO A PASO

Mediante la tarjeta MSx84 y su driver L293B, es posible gobernar un motor paso a paso. Este tipo de motores está formado por una serie de bobinas excitadoras cuyos extremos salen al exterior en formas de cables.

Mediante esos cables se introducen las tensiones con la polaridad adecuada que permiten que el eje del motor giro un ángulo de un número determinado de grados. A esto se le conoce como "*dar un paso*". Si se quiere dar el siguiente paso se debe introducir por las bobinas, de forma secuencial, otras tensiones con polaridades diferentes.

El número de grados por paso así como la secuencia de polaridad que hay que aplicar a las bobinas, dependen del modelo del motor y viene establecido por su fabricante.

Este tipo de motores se pueden encontrar con 4 o 6 cables, bipolares o unipolares respectivamente. Los cuatro cables de los bipolares se corresponden a los extremos de las dos bobinas que lo componen. En el caso de los unipolares, cuatro cables se corresponden a los extremos de las dos bobinas y, los otros dos, a las tomas intermedias de estas. Estas tomas son de alimentación y se conectan directamente al positivo de alimentación. Ver la figura 1-30.

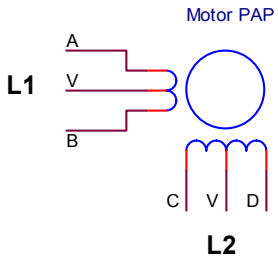


Figura 1-30. *Motor PAP unipolar*

La bobina L1 consta de los cables A y B como extremos y el V como toma intermedia. La bobina L2 está formada por los extremos C y D y el V como intermedio. Identificar los cables de un motor PAP no presenta gran dificultad con la ayuda de óhmetro. En principio una bobina no tiene ninguna relación con la otra, por lo que la resistencia debe ser infinita. De esta forma se trata de conseguir separar 3 conductores que entre sí presenten cierta resistencia, pero con respecto a los otros 3 la resistencia sea infinita. Se localizan así los tres conductores de cada bobina.

Identificada esta, los cables de los extremos deben presentar una mayor resistencia que el intermedio con respecto a los otros dos. Es decir, suponiendo la bobina L1, entre los cables A y B habrá una mayor resistencia (aproximadamente del doble) que entre el V y cualquiera de los otros dos.

En la figura 1-31 se muestra la conexión de un motor PAP de 4 cables con la placa **MSx84**. La bobina L2 se conecta a los bornes marcados como M2 en la placa. La bobina L1 a los bornes M1. A través de las líneas RA-RA3 se sacan combinaciones binarias que van a parar al driver L293B, de forma que este active las salidas M1 y M2 de acuerdo con las polaridades indicadas por el fabricante. Las tablas de la verdad adjuntas pueden servir como modelo.

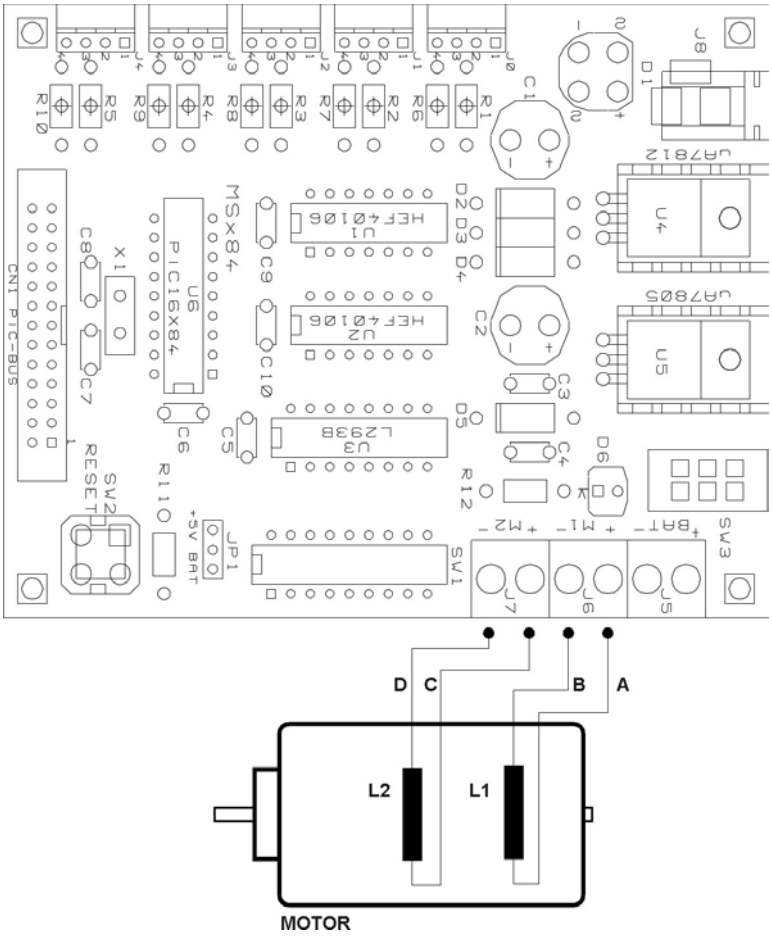


Figura 1-31. *Conexión de un motor PAP de 4 hilos con MSx84*

RA3	*RA2*	*RA1*	*RA0*	*PASO*	*M1+(A)*	*M1-(B)*	*M2+(C)*	*M2-(D)*
1	1	1	1	1	-	+	-	+
1	1	1	0	2	+	-	-	+
1	1	0	0	3	+	-	+	-
1	1	1	0	4	-	+	+	-

Sentido horario

RA3	*RA2*	*RA1*	*RA0*	*PASO*	*M1+(A)*	*M1-(B)*	*M2+(C)*	*M2-(D)*
1	1	1	0	1	-	+	+	-
1	1	0	0	2	+	-	+	-
1	1	1	0	3	+	-	-	+
1	1	1	1	4	-	+	-	+

Sentido antihorario

La figura 1-32 muestra la conexión de un motor PAP de 6 hilos con la tarjeta **MSx84**. Los cables V correspondientes a las tomas intermedias de ambas bobinas se conectan a la tensión +VBAT de alimentación.

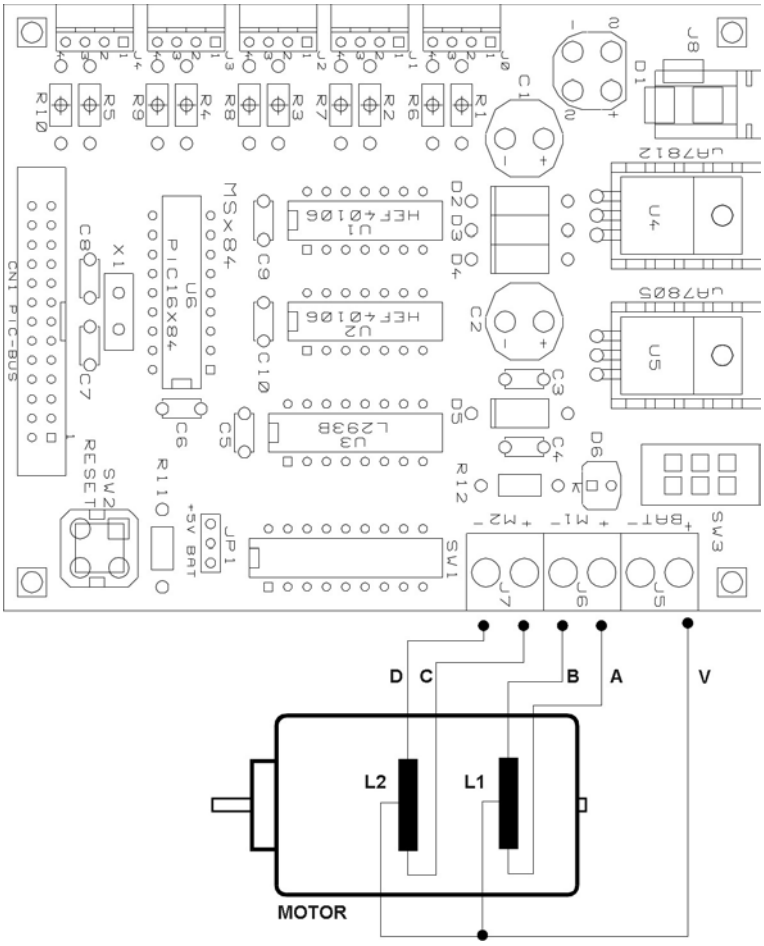


Figura 1-32. *Conexión de un motor PAP de 6 hilos con MSx84*

El estado siempre a “1” de las señales RA3 y RA2 se corresponden con las de habilitación EN1 y EN2 del driver L293B, sin las cuales ambas bobinas quedarían sin tensión.

Las combinaciones de los pasos se repiten secuencialmente tantas veces como grados se desea gire el eje del motor (1,2,3,4,1,2,3,4,etc.)

El tiempo en que cada combinación de cada paso esté presente sobre las líneas RA3-RA0 determina la velocidad de giro del motor. Por ejemplo, supongamos un motor de 6º por paso. Para dar una vuelta completa de 360º se deberán dar 60 pasos o, lo que es igual, la secuencia anterior debe repetirse hasta completar un total de 60 códigos aplicados por RA3-RA0. Si cada código aplicado se mantiene durante 1 segundo en dichas líneas RA3-RA0, una vuelta completa tardará en completarse 60 segundos. La velocidad será de 1 rpm.

Las características de este tipo de motores así como su facilidad de empleo los hacen idóneos en aquellas aplicaciones donde se deba controlar con precisión el posicionamiento del eje, la velocidad y el sentido de giro.

Se ofrece a continuación el listado de un programa ejemplo desarrollado para la tarjeta MSx84, que hace girar un motor PAP en sentido horario y de forma continua.

```
;Ejemplo de un programa para conseguir el giro horario de un motor PAP
;
;                       Autor: Mikel Etxebarria
;
;               (c) MICROSYSTEMS ENGINEERING (Bilbao 1999)
;

                list    p=16F84         ;Tipo de Procesador

Temp1           equ             0x0c    ;Variables de Temporización
Temp2           equ             0x0d

                include "Regx84.inc"    ;Incluye definición de registros del 16F84

                org             0x00
                goto            Reset   ;Vector de RESET
                org             0x05    ;Dirección de inicio del programa

;Esta rutina realiza una temporización variable entre 1 y 255 mS aprox. El bucle
;interno formado, por la variable Temp2, temporiza 1 mS. Este se repite tantas
;veces como indique la variable Temp1.

Delay:          movlw   0x06
                movwf   Temp1           ;Velocidad de 6 mS por paso
                clrf    Temp2
Delay_1         clrwdt                  ;Refrescar el WDT
                decfsz  Temp2,F
                goto    Delay_1
                decfsz  Temp1,F
                goto    Delay_1
                return

;Inicialización de los registros del PIC16F84

Reset:          movlw   0
                movwf   PORTA           ;Desactiva latch de salida de PORTA
                bsf     STATUS,RP0      ;Selecciona página 1
                movlw   0
                movwf   PORTA           ;Puerta A como salida
                movlw   0xff
                movwf   PORTB           ;Puerta B como salida
                movlw   b'11000111'
                movwf   OPTION_REG      ;Preescaler de 256 asignado a TMR0
                bcf     STATUS,RP0      ;Selecciona página 0
                clrf    INTCON          ;Desconecta interrupciones

;Secuencia de pasos para el giro horario

Loop:           movlw   0x0f
                movwf   PORTA           ;Paso 1
                call    Delay           ;Temporización
                movlw   0x0e
                movwf   PORTA           ;Paso 2
                call    Delay           ;Temporización
                movlw   0x0c
                movwf   PORTA           ;Paso 3
                call    Delay           ;Temporización
                movlw   0x0d
                movwf   PORTA           ;Paso 4
                call    Delay           ;Temporización
                goto    Loop            ;Repite la secuencia

                end                     ;Fin del programa fuente
```

7 EL ZOCALO DE ADAPTACION

El zócalo de 18 pines torneados que se incluye en el kit MSx84 va a permitir realizar las adaptaciones que el usuario crea necesario. Se inserta en el lugar del DIP-SWITCH, sustituyéndolo y, ofrece la posibilidad de, cableando según las necesidades de la aplicación del usuario, modificar la distribución de las señales del PIC.

En la siguiente tabla se muestra las señales que hay en cada pin de dicho zócalo de adaptación.

Señal	***PIN***		***PIN***	***Señal***
RB0	1		18	Sensor 0
RB1	2		17	Sensor 1
RB2	3		16	Sensor 2
RB3	4		15	Sensor 3
RA4	5		14	Sensor 4
RA0	6		13	IN1/IN2
RA1	7		12	IN4/IN3
RA2	8		11	EN1
RA3	9		10	EN2

Supongamos que se desea que la señal procedente del Sensor 4 vaya a parar a la línea RB0 y la señal EN1 a RA0. Bastará con unir, mediante cable de 0.6mm, la pata 14 con la 1 y la 11 con la 6. De esta forma se puede conectar cualquier periférico a cualquiera de las señales del PIC según las necesidades en cada caso. Ver la figura 1-33.

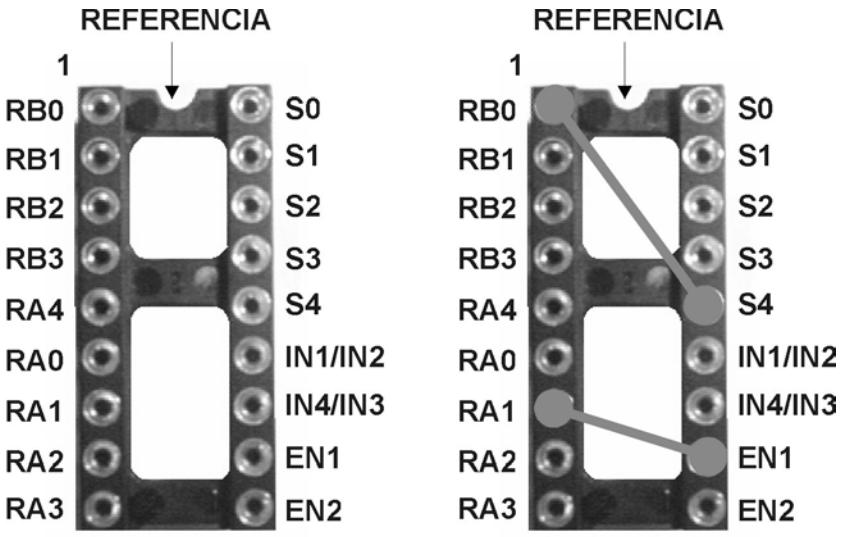


Figura 1-33. *El zócalo de adaptación*

8. EMPLEO DESDE μPIC Trainer

El conector PIC-BUS de la tarjeta **MSx84** es totalmente compatible pin a pin con el conector PIC-BUS de la μ**PIC Trainer**. Esto permite que ambas tarjetas puedan compartir entre sí sus respectivos recursos, conectándolas mediante el cable de conexión incluido en el KIT. Así, los periféricos sitos en la μ**PIC Trainer** pueden ser usados por la tarjeta MSx84 y viceversa. Entre ambas tarjetas se aumenta considerablemente el número de aplicaciones posibles.

Especialmente importante es el destacar la posibilidad de grabar mediante la μ**PIC-Trainer** el PIC 16F84 que en ese momento esté insertado en la tarjeta **MSx84**, utilizando el mismo software PICME-TR con el que el usuario de μ**PIC-Trainer** está ya familiarizado.

Para proceder a grabar el PIC ubicado en la tarjeta **MSx84** desde la μ**PIC-Trainer**, proceder realizando los siguientes pasos:

1.- Quitar, si lo hubiera, el PIC de la μ**PIC-Trainer**. Insertar el que se desea grabar en la tarjeta **MSx84**.

2.- Conectar el cable plano entre el PIC-BUS de la μ**PIC-Trainer** y el PIC-BUS de la tarjeta **MSx84**.

3.- Abrir los jumpers J5, J6 y J7 de la μ**PIC-Trainer**. Igualmente es aconsejable desconectar los distintos periféricos que hubiera conectados en ambas tarjetas. De esta forma se disminuye el consumo eléctrico, especialmente si se anda escaso de alimentación.

4.- Conectar el transformador de alimentación de 12-15VAC a la μ**PIC-Trainer**. El PIC-BUS alimenta así a la tarjeta **MSx84**.

5.- Conectar el cable del canal paralelo del PC a la μ**PIC-Trainer**. Ejecutar el programa ***PICME-TR***.

6.- Hacer uso normal de los distintos botones y opciones de este programa, según la función a realizar: Leer, Abrir fichero, Programar, Verificar, etc..

7.- Una vez grabado el PIC con el programa de la aplicación, retirar el cable del PIC-BUS. La tarjeta **MSx84** es autónoma. Conectar en ella los periféricos a gobernar así como la tensión de alimentación.